



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 33 27 509 C 2

⑤ Int. Cl.<sup>6</sup>:  
B21 D 7/024

⑳ Aktenzeichen: P 33 27 509.2-14  
㉑ Anmeldetag: 29. 7. 83  
㉒ Offenlegungstag: 2. 2. 84  
㉓ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 13. 7. 95

DE 33 27 509 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

③① Unionspriorität: ③② ③③ ③①  
02.08.82 US 404531

⑦③ Patentinhaber:  
Eaton Leonard Technologies, Inc., San Marino,  
Calif., US

⑦④ Vertreter:  
Schroeter, H., Dipl.-Phys., 7070 Schwäbisch Gmünd;  
Lehmann, K., Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte, 81478  
München

⑦② Erfinder:  
Traub, Zeno P., Vista, Calif., US

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 29 10 174 A1  
DE 27 09 201 A1  
DE 26 05 820 A1  
DE-OS 21 01 162

⑤④ Rohrbiegemaschine

DE 33 27 509 C 2

Die Erfindung betrifft eine Rohrbiegemaschine der im Oberbegriff des Patentanspruchs bezeichneten Gattung.

Automatische Biegemaschine, wie die in den DE 26 05 820 A1 und DE 27 09 201 A1 gezeigten Maschinen, führen eine Reihe von programmgesteuerten Biegungen an einer gegebenen Rohrlänge dadurch aus, daß aufeinanderfolgend verschiedene Abschnitte des Rohres im Bereich des Biegekopfes der Maschine in Stellung gebracht werden, worauf die Biege- und Klemmwerkzeuge verdreht werden, um eine vorgegebene Biegung auszubilden, worauf anschließend das Rohr aus den Biege- und Klemmwerkzeugen freigegeben wird. Hierauf wird das Rohr in die nächste Biegestellung vorgeschoben und verdreht, wiederum gebogen, freigegeben und vorgeschoben, bis alle Biegungen der Reihe vollendet sind. Während der Drehung der Biege- und Klemmwerkzeuge zur Herstellung einer Biegung wird ein rückwärtiger Abschnitt des Rohres zurückgehalten, daß sich ein Ziehbiegen ergibt, d. h. ein Strecken des Rohres über seine Streckgrenze hinaus, während die Biege- und Klemmwerkzeuge verdreht werden, um das Rohr vorwärts zu ziehen.

Der Radius der mit einer solchen Maschine hergestellten Biegung wird bestimmt durch den Radius des Werkzeugs oder spezieller durch den Radius des Biegewerkzeugs. Wenn eine Biegung sehr dicht oder tangential zu einer anderen sein muß, müssen die Biege- und Klemmwerkzeuge mit Hohlräumen ausgebildet werden, die eine zusammengesetzte Krümmung aufweisen, die für ein gegebenes Paar von aufeinanderfolgenden Biegungen spezifisch ist. Wenn eine Biegung mit einem Radius gewünscht wird, der verschieden ist gegenüber demjenigen des Biegewerkzeuges, das gerade auf der Maschine montiert ist, oder wenn ein unterschiedliches Paar tangentialer Biegungen erwünscht ist, muß daher der Biegevorgang angehalten werden; die Werkzeuge müssen ausgetauscht werden, um ein Biegewerkzeug mit unterschiedlicher Biegeform in Stellung zu bringen.

Biegewerkzeuge mit mehreren Radien und mit zusammengesetzten Krümmungen wurden bereits an von Hand gesteuerten Maschinen verwendet, wobei relativ langsame, schrittweise Arbeitsvorgänge zum Einstellen der Maschine und zum Auswechseln der Werkzeuge erforderlich waren. Ein getrenntes oder individuelles Einstellen verschiedener Komponenten der Werkzeuge in den bekannten Maschinen hat ernste Probleme in der Aufrechterhaltung der gegenseitigen Ausrichtung und der relativen Stellungen der verschiedenen Werkzeuge und Maschinenteile zur Folge. Solche Relativstellungen können dann kritisch sein, wenn bestimmte Arten von Biegungen ausgeführt werden müssen, beispielsweise wenn der durch ein Druckwerkzeug ausgeübte Druck den Betrag der Rohrstreckung bei einem Ziehbiegevorgang steuert.

Die DE-OS 21 01 162 zeigt eine Rohrbiegemaschine mit drehbaren Biegewerkzeugen, die zwei unterschiedliche Radien aufweisen. Bei der vorbekannten Maschine werden zur Ausbildung unterschiedlicher Rohrbiegungen das Rohr und seine gesamte Halterungsanordnung in zwei Richtungen quer zur Rohrachse bewegt. Insbesondere wird das Rohr von einem Biegeradius des Biegewerkzeuges zu dem anderen Biegeradius in Richtung der Biegeachse und quer dazu verschoben. Das Spannfutter für das zu biegende Rohr ist durch eine Spindel getragen, die mittels eines hydraulischen Zylinders und

eines entsprechenden Kolbens waagrecht quer zur Rohrachse verschiebbar ist. Diese Querverbindung bewegt das Rohr in einer waagerechten Ebene von einem Biegewerkzeug weg bzw. auf dieses zu. Zusätzlich wird auf die Spindel und damit auf das Spannfutter eine lotrechte Auf- und Abbewegung übertragen. Zu diesem Zweck dient nach dem Stand der Technik gemäß dieser Entgegenhaltung ein komplizierter Hebel- und Gelenkmechanismus, der durch einen zweiten hydraulischen Zylinder mit Kolben angetrieben wird. Schließlich ist nach dieser Druckschrift ein dritter hydraulischer Zylinder mit Kolben erforderlich, um die Position des Spannfutters zu steuern. Diese Anordnung ist sehr kompliziert und kostspielig. Sie bietet aufgrund der Verwendung der komplizierten und langen Gelenkglieder, zusammen mit der entsprechenden Anzahl der Gelenkpunkte, nur eine geringe Stabilität, so daß keine starken Rohrbiegekräfte ausgeübt werden können und die bekannte Maschine nur einen beschränkten Einsatzbereich aufweist.

Die DE 29 10 174 A1 zeigt eine gattungsgemäße Rohrbiegemaschine, deren Biegewerkzeuge auf einer Antriebswelle angebracht sind, die in einer Innenverzahnung eines Antriebsrades verschiebbar gelagert ist. Durch einen Hubzylinder kann die Antriebswelle mit den Biegewerkzeugen vertikal verschoben werden. Die Drehung der Biegewerkzeuge und der Antriebswelle bzw. die Schwenkung der Biegeanordnung wird durch die Drehung eines Antriebes bewirkt, welches wiederum durch eine Zahnstange und einen Zylinder angetrieben wird. Die vertikal verfahrbare Antriebswelle ragt in fliegender Anordnung über die so tragende Anordnung hinaus, so daß insbesondere beim Einsatz der unteren Biegewerkzeuge die Antriebswelle relativ weit aus dem Antriebsrad bzw. dessen Lagerbuchse herausragt, mit der Folge, daß hier hohe Biegekräfte auftreten und aufgrund der sich beim Rohrbiegen biegenden Antriebswelle nur unzureichend genaue Rohrbiegungen herstellen lassen. Bei unterschiedlichen Biegewerkzeugen wirken unterschiedliche Biege- und Torsionskräfte auf die fliegend und mit einem gewissen Spiel gelagerten Biegewerkzeuge und führen zu hohen Biegetoleranzen.

Demgegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine eingangs bezeichnete Rohrbiegemaschine bei einfacher Konstruktion stabil auszubilden.

Die Aufgabe wird durch eine Rohrbiegemaschine gemäß dem Patentanspruch gelöst.

Bei dieser erfindungsgemäßen Anordnung bewegen sich alle Werkzeuge gemeinsam auf und ab. Insbesondere bewegen sich die Biegewerkzeuge zusammen mit dem gesamten Biegekopf lotrecht und parallel zu der Drehachse der Biegewerkzeuge, also der Biegeachse. Mit dieser Konstruktion lassen sich gegenüber dem Stand der Technik erhöhte Steifigkeit und Stabilität erreichen, um große Biegekräfte aufzunehmen.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnung beschrieben.

Fig. 1 ist eine perspektivische Ansicht einer Biegevorrichtung.

Fig. 2 ist eine abgebrochene Draufsicht auf das vordere Ende des Maschinenbetts und des daran angeordneten Biegekopfes.

Fig. 3 ist eine abgebrochene Seitenansicht der Anordnung des Biegekopfes an dem Maschinenbett.

Fig. 4 ist eine perspektivische Ansicht, teilweise aufgebrochen, die die gleitfähige Lagerung der stationären Anordnung an dem Maschinenbett zeigt.

Fig. 5 ist eine auseinandergezogene Darstellung, bei

der eine Gleitplatte um 90° verdreht ist und die die Anordnung zur Lagerung des Biegekopfes zeigt.

Fig. 6 ist eine auseinandergezogene perspektivische Darstellung, bei der die stationäre Armanordnung um 90° gedreht ist und die deren Anordnung an der Gleitplatte zeigt.

Fig. 7 ist eine perspektivische Ansicht des Druckwerkzeugs und seiner Lagerung.

Fig. 8 veranschaulicht die verschiedenen Stellungen der von dem Biegekopf getragenen Werkzeuge, wenn sich der Biegekopf in bezug auf die Mittellinie der Maschine bewegt.

Fig. 9 ist eine perspektivische Ansicht eines Satzes von Dreifach-Formbiege- und Klemmwerkzeugen, wobei die Klemmwerkzeuge um 90° verschwenkt sind, um ihre Formhohlräume für zusammengesetzte Krümmungen zu zeigen.

Die in Fig. 1 veranschaulichte Biegemaschine weist ein fest abgestütztes längliches Maschinenbett 10 auf, das einen beweglichen Schlitten 12 hat, der ein drehbares Spannfutter 14 trägt. Das letztere ergreift ein Rohr 16, das vorgeschoben und verdreht werden kann, um es in vorwählbare Stellungen in bezug auf Werkzeuge zu bringen, die von einem Maschinen-Biegekopf 18 getragen sind. Die Maschine weist ein Druckwerkzeug 20, einen Stapel drehbarer Biegewerkzeuge 22 und einen Stapel verschiebbarer Klemmwerkzeuge bzw. ein Klemmwerkzeug 24 auf, die bzw. das zusammen mit den Biegewerkzeugen drehbar sind bzw. ist.

Für einen Biegevorgang schiebt der Schlitten das Rohr 16 vor, und das Spannfutter verdreht das Rohr, um dieses in bezug auf die Werkzeuge einzustellen. Bei dieser Art von Maschine kann das Druckwerkzeug 20 den rückwärtigen Teil des Rohres 16 gegen das Biegewerkzeug drücken oder gegen irgendein anderes Stützglied oder gegen ein nicht dargestelltes Exzenter- oder Nockenwerkzeug. Die Klemm- und Biegewerkzeuge wirken zusammen, um einen vorderen Teil des Rohres einzuklemmen, und sie werden in der dargestellten Anordnung gemeinsam um eine im wesentlichen lotrechte Achse verdreht. Hierdurch wird das Rohr um das Biegewerkzeug herum gebogen. Danach werden die Werkzeuge zurückgezogen, der Schlitten wird vorgeschoben, und das Spannfutter wird verdreht, um das Rohr sowohl in Längsrichtung als auch in Drehrichtung in die geeignete Stellung für die nächste Biegung zu bringen.

Die Biegekopf-anordnung bzw. der Biegekopf weist einen stationären Arm bzw. eine stationäre Armanordnung 28 auf, in der der Antriebsmechanismus zum Verdrehen des Biegewerkzeugs angeordnet ist. An dem stationären Arm ist auch der Mechanismus zur Betätigung des Druckwerkzeugs 20 angeordnet. Eine verschwenkbare Biegearmanordnung bzw. ein Biegearm 30 ist an der stationären Armanordnung zur Verdrehung mit den Biegewerkzeugen 22 um die Achse der letzteren herum gelagert und trägt die Klemmwerkzeuge und deren Betätigungsmechanismus.

Die Maschine ist vorzugsweise vollautomatisch gesteuert, um eine Reihe von Biegungen an einem gegebenen Rohr durchzuführen.

Die Biegewerkzeuge 22 sind als ein Stapel koaxialer Biegewerkzeuge von gegenseitig unterschiedlicher Krümmung ausgebildet. Verschiedene Krümmungen können verwendet werden, einschließlich verschiedener Krümmungsradien und verschiedener zusammengesetzter Krümmungen. Fig. 1 zeigt ein Biegewerkzeug 40 mit einem relativ großen Radius und ein Biegewerkzeug 42 mit einem relativ kleinen Radius unmittelbar unter-

halb und koaxial zu dem größeren Werkzeug. In dieser Maschine ist in einzigartiger Weise, um eines oder das andere der Biegewerkzeuge 40, 42 in eine Stellung gegenüber dem Rohr 16 zu bringen, die ganze Biegekopf-anordnung an der Nase oder dem vordersten Ende des Maschinenbetts 10 für eine Bewegung in zwei Richtungen gelagert, nämlich für eine Bewegung in lotrechter und in waagerechter Richtung, wobei beide Bewegungen zueinander senkrecht und senkrecht zu der Maschinenachse sind, die als längs der Achse des zu biegenden Rohres 16 liegend angenommen werden kann. Durch Bewegung des gesamten Biegekopfes als Einheit, anstelle der Bewegung nur einzelner Werkzeuglemente, werden die Beziehungen der verschiedenen Werkzeuglemente zueinander aufrechterhalten; der gesamte Werkzeugsatz wird als Einheit veranlaßt, sich in bezug auf die Mittellinie bzw. der Achse der Maschine zu bewegen, um das eine oder das andere der Biegewerkzeuge in Stellung zu bringen.

Die gesamte Biegekopf-anordnung ist an der Nase des Maschinenbetts 10 mit der erforderlichen Beweglichkeit durch eine Lagerplatte 44 (Fig. 4, 5 und 6) getragen, die mit waagerechtem Abstand angeordnete, sich lotrecht erstreckende Führungsflansche 46, 48 aufweist. Die Platte 44 ist an der Nase des Maschinenbetts durch Bolzen oder durch Verschweißen befestigt. An den Führungen bzw. Flanschen 46, 48 ist ein Gleitblock 50 lotrecht verschiebbar gelagert, der durch die Kolbenstange 52 eines Antriebszylinders 54 angetrieben ist, der an dem Maschinenbett befestigt ist.

Der längliche stationäre Arm 28 ist mit einem Paar von mit lotrechtem Abstand angeordneten, sich waagrecht erstreckenden geschlitzten Führungskanälen 56, 58 ausgebildet, die mit gegenseitigem lotrechtem Abstand angeordnete, sich waagrecht erstreckende Führungszungen 60, 62 aufnehmen, die an der Vorderseite des lotrechten Gleitblocks 50 befestigt und diesem gegenüber mit Abstand nach vorn angeordnet sind. Die stationäre Armanordnung wird in waagerechter Richtung, also quer zu der Maschinenachse, mittels eines hydraulischen Zylinders 64 angetrieben, der an dem stationären Arm befestigt ist und der eine angetriebene Kolbenstange 66 hat, die mit einer Seite des lotrechten Gleitblocks 50 verbunden ist.

Die Extremstellung oder Grenzstellung der stationären Armanordnung 28, wenn diese sich in waagerechter Richtung von der Maschinenachse weg nach außen bewegt (nach rechts in der Ansicht gemäß Fig. 4), wird bestimmt durch Berührung einer Seite des lotrechten Gleitblocks mit einer verschiebbaren Anschlagstange 70, die einen Begrenzungsschalter 72 trägt und die in einem Halteblock 74 gelagert ist, der an der stationären Armanordnung befestigt ist. Der Schalter 72 liefert ein Signal, das anzeigt, daß die Grenzstellung erreicht ist. Die Stellung der Stange 70 wird von Hand eingestellt durch eine Welle 76, die drehbar in der stationären Armanordnung gelagert ist und die mittels Gewinde in die Gleitstange oder Anschlagstange 70 eingreift.

Zur Steuerung der Begrenzung der horizontal nach innen gerichteten Bewegung des Biegekopfes (nach links gemäß Fig. 4) ist an der festen Lagerplatte 44 ein Anschlag 78 mit einem elektrischen Schalter 80 vorgesehen, der so angeordnet ist, daß er von ersten und zweiten Begrenzungsblocken 82, 84 für die nach innen gerichtete Bewegung berührt wird, die an der stationären Armanordnung auf einstellbaren Gewindestangen 86, 88 gelagert sind.

Die durch Anschlag des Begrenzungsblocks 84 an

dem Anschlag 78 bestimmte Grenzstellung, die durch Betätigung des Schalters 80 (in der Stellung zur Verwendung mit dem Biegewerkzeug mit kleinerem Radius) signalisiert wird, liegt zwischen der äußersten, durch die Anschlagstange 70 gesteuerten Stellung und der innersten, durch den Begrenzungsblock 82 gesteuerten und durch den Schalter 80 signalisierten Stellung (in der Betriebsstellung des Biegekopfes zur Verwendung des Biegewerkzeuges 40 mit dem größeren Radius).

Die oberen und unteren Grenzstellungen des Biegekopfes im Verlauf seiner lotrechten Bewegung werden signalisiert durch Grenzscharter 90, 92, die durch gegenüberliegende Seiten des Anschlages 78 betätigt werden, der an der Lagerplatte 44 und an dem Bett 10 mittels einer Platte 94 befestigt ist. Die Grenzscharter 90, 92 werden von dem lotrechten Gleitblock 50 getragen.

Das Klemmwerkzeug 24, das für zwei Krümmungen bestimmt ist, weist einen ersten Formhohlraum 100 zum Zusammenwirken mit dem Biegewerkzeug 40 mit großem Radius und einen zweiten Formhohlraum 102 zum Zusammenwirken mit dem Biegewerkzeug 42 mit kleinerem Radius auf. Das Klemmwerkzeug mit seinen beiden Formhöhlräumen mit unterschiedlicher Krümmung wird getragen von einem Klemmwerkzeugblock 104, der an einer Hebelanordnung zur Bewegung von der in Fig. 1 veranschaulichten zurückgezogenen Stellung in eine Wirkungsstellung gelagert ist, in der die beiden Hohlräume des Biegewerkzeugs sich mit den beiden Hohlräumen des Klemmwerkzeugs treffen und vereinigen, um das Rohr 16 zwischen dem oberen oder dem unteren Paar einzuklemmen, in Abhängigkeit von der lotrechten Stellung des Biegekopfes.

Der stationäre Arm 28 trägt eine Einstellplatte 110, die mittels eines Handgriffs 112 verschiebbar und einstellbar ist und die mit einem Ende einer Kolbenstange 114 eines hydraulischen Zylinders 116 verbunden ist, der auf einem Druckwerkzeugblock 118 angeordnet ist. Wie am besten aus den Fig. 3 und 7 ersichtlich, ist ein Druckwerkzeugschlitten 120 an dem Block 118 zur Gleitverschiebung längs der Maschinenachse angeordnet und durch die Kolbenstange (nicht dargestellt) eines hydraulischen Zylinders 122 so angetrieben, daß der Schlitten 120 (zusammen mit dem dadurch getragenen Druckwerkzeug) vorwärts bewegt werden kann. An der inneren Oberfläche des Druckwerkzeugschlittens 120 ist eine Kulissenführungsplatte 124 befestigt, in der ein Druckwerkzeugträger 126 für eine begrenzte lotrechte Bewegung gelagert ist, dessen Enden in vorderen und hinteren Führungsschlitzen 128, 130 der Kulissenführungsplatte 124 aufgenommen und gleitend geführt sind. Das Druckwerkzeug 20, das nur eine einzige Formhöhle hat, ist auf dem Träger 126 angeordnet. Eine Kulissenplatte 132 ist für eine Bewegung in Längsrichtung der Maschinenachse gleitend innerhalb der Kulissenführungsplatte 124 gelagert und zwischen einem äußeren Teil der Führungsplatte und dem Druckwerkzeugträger 126 angeordnet. In der Kulissenplatte 132 ist ein Paar von mit gegenseitigem Abstand angeordneten, in lotrechter Richtung geneigten Kulissenschlitzen 134, 136 ausgebildet, die Folgestifte 138, 140 aufnehmen. Die Folgestifte sind an dem Druckwerkzeugträger 126 befestigt und erstrecken sich in Führungseingriff mit den Schlitzen. Die Kulissenplatte 132 wird in einer Richtung parallel zu der Maschinenachse mittels einer Kolbenstange 144 angetrieben, die ihrerseits durch einen hydraulischen Zylinder 146 angetrieben ist, der an der Kulissenführungsplatte 124 befestigt ist.

Es sei angenommen, daß die Teile sich anfänglich in

einer Stellung befinden, wie sie schematisch in Fig. 8(a) dargestellt ist, wobei sich der ganze Biegekopf in einer unteren Stellung befindet, so daß das Biegewerkzeug 40 mit dem größeren Radius sich in einer Stellung zum Eingriff mit dem Rohr 16 befindet; das Druckwerkzeug 20 befindet sich in einer oberen Stellung in bezug auf den Druckwerkzeugschlitten 120. Nachdem eine Biegung in der Stellung gemäß Fig. 8(a) vollendet ist und unter der Annahme, daß es erwünscht ist, die nächste Biegung mit dem Biegewerkzeug 42 mit dem kleineren Radius durchzuführen, werden der Druckwerkzeugschlitten 120 und das Druckwerkzeug zurückgezogen; der Schlitten 12 wird vorgeschoben und das Spannfutter 14 wird verdreht, um das Rohr für die nächste Biegung zu positionieren. Danach oder gleichzeitig mit der Bewegung des Schlittens und des Spannfutters wird der gesamte Biegekopf, einschließlich des stationären Arms und der Biegearmordnung, zusammen mit allen Werkzeugen, die an dem beweglichen Biegekopf montiert sind, gegenüber der Maschinenachse nach außen in die in Fig. 8(b) gezeigte Stellung bewegt, um es den Biegewerkzeugen zu gestatten, das Rohr freizugeben. Das Druckwerkzeug bzw. sein Block ist getrennt und unabhängig seitlich in bezug auf den stationären Arm verschiebbar, und dieses seitliche Zurückziehen des Druckwerkzeugs ist auch in Fig. 8(b) veranschaulicht. Danach wird die gesamte Biegekopfianordnung nach oben in die in Fig. 8(c) veranschaulichte Stellung bewegt, so daß das zweite und kleinere der beiden Biegewerkzeuge in eine mit dem Rohr ausgerichtete Stellung gebracht wird. Gleichzeitig wird das Druckwerkzeug 20 gegenüber dem Biegekopf nach unten verschoben, so daß das Druckwerkzeug wieder, in Ausrichtung mit dem Rohr gebracht wird, vergleiche Fig. 8(c). Danach wird der gesamte Biegekopf nach innen auf das Rohr zu verschoben (nach rechts gemäß Fig. 8); der Druckwerkzeugblock mit der Druckwerkzeuganordnung wird nach innen gegen das Rohr in die wirksame Biegestellung verschoben. Bei diesen Operationen bewegen sich natürlich die Klemmwerkzeuge, die an dem verschwenkbaren Biegearm angeordnet sind, seitlich nach außen und nach innen und in lotrechter Richtung, zusammen mit dem verschwenkbaren Biegearm; sie werden zwischen der Klemmstellung und einer zurückgezogenen Stellung zu einem geeigneten Zeitpunkt in dem zeitlichen Ablauf verschoben. Natürlich kann eine Anzahl der Schritte in der Positionier-Reihenfolge gleichzeitig miteinander ausgeführt werden, um die Zeit zu vermindern, die für einen Biegezyklus benötigt wird. Um das größere Biegewerkzeug wieder in die Wirkungsstellung zu bringen, wird die umgekehrte Reihenfolge der Vorgänge durchgeführt.

Anstelle der Verwendung eines Klemmwerkzeuges mit zwei getrennten Formhöhlräumen zum Zusammenwirken mit dem ersten und dem zweiten Biegewerkzeug, könnte ein einziges Klemmwerkzeug verwendet werden, das für eine Bewegung in analoger Weise wie die lotrechte Bewegung des Druckwerkzeugs (die unten beschrieben wird) angeordnet wäre, um ein solches Klemmwerkzeug mit einem einzigen Formhohlraum wieder in Ausrichtung mit dem Rohr zu bringen, nachdem der Biegekopf in lotrechter Richtung verlagert wurde. In ähnlicher Weise könnte anstelle der Verwendung eines Druckwerkzeuges, das für eine lotrechte Bewegung an dem verschiebbaren Biegekopf angeordnet ist und das einen einzigen Formhohlraum hat, ein Paar von Druckwerkzeugen oder ein einziges Druckwerkzeug mit einem Paar von Druckwerkzeug-Hohlräumen

verwendet werden, und zwar in einer analogen Weise wie die Klemmwerkzeuge mit doppeltem Formhohlraum. Jedoch hat die Verwendung eines Druckwerkzeuges mit einem einzigen Formhohlraum, wobei dieses Werkzeug in bezug auf den verschiebbaren Biegekopf selbst verschiebbar ist, einen bedeutenden Vorteil. Bei vielen Arten von Biegevorgängen drückt das Druckwerkzeug, wenn es in seine Wirkungsstellung bewegt ist, nicht nur das Rohr gegen das Biegewerkzeug, sondern es ist selbst in direkter Berührung mit einem Flansch des Biegewerkzeugs. Um eine gleitende reibende Bewegung der sich berührenden Biege- und Druckwerkzeuge zu vermeiden, kann das Druckwerkzeug mit einer Vorwärtsgeschwindigkeit angetrieben werden, die gleich oder etwa gleich der Geschwindigkeit der Linearbewegung des berührenden Umfangsabschnitts des Biegewerkzeugs ist. Jedoch hängt die Geschwindigkeit der Linearbewegung des Umfangs des Biegewerkzeugs für eine gegebene Geschwindigkeit der Winkelbewegung von dem Durchmesser des Biegewerkzeugs ab. Die Verwendung von Druckwerkzeugen mit mehreren Hohlräumen, die jeweils Biegewerkzeuge von gegenseitig unterschiedlichen Durchmessern berühren, kann einen unerwünschten relativen Reibungs-Berührungskontakt zwischen den Druckwerkzeugen und den Biegewerkzeugen ergeben, der nicht vermieden werden kann. Demgemäß wird ein Druckwerkzeug mit einem einzigen Formhohlraum, das für eine lotrechte Bewegung in bezug auf den Biegekopf angeordnet ist, bevorzugt.

In Fig. 9 ist ein Satz von Mehrfach-Biege- und Klemmwerkzeugen für drei verschiedene Biegeformen veranschaulicht. Ein Stapel von Biegewerkzeugen weist einen ersten Biegewerkzeugabschnitt 150 mit einem Hohlraum mit zusammengesetzter Krümmung, mit einem ersten Krümmungsabschnitt 152 und einem zweiten Krümmungsabschnitt 154 auf, sowie einen zweiten oder mittleren Biegewerkzeugabschnitt mit einem geraden Abschnitt 156, der von einem Hohlraumabschnitt 158 mit einer einzigen Krümmung gefolgt ist, und schließlich einen dritten oder untersten Biegewerkzeugabschnitt 160, der einen Formhohlraum mit zusammengesetzter Krümmung, mit einem ersten Krümmungsabschnitt 162 und einem zweiten Krümmungsabschnitt 164 hat. Die Abschnitte 152, 156, 158 und 162 der Werkzeughohlräume sind längs Achsen ausgebildet, die parallel zu der Rohrachse sind, während die Abschnitte 154 und 164 der Werkzeughohlräume sich nach außen, d. h. nach oben oder nach unten, gegenüber dem Stapel von Biegewerkzeugen erstrecken. Diese Hohlräume mit zusammengesetzten Krümmungen werden verwendet, wenn zwei Biegungen hergestellt werden sollen, die zueinander tangential sind. So wird nach dem Biegen eines ersten Abschnitts des Rohres, wie er in strichpunktierten Linien 166 in Fig. 9 dargestellt ist, das Rohr in dem Biegewerkzeugabschnitt 150 angeordnet, um die nächste Biegung durch den ersten Abschnitt 152 des Hohlraumes auszubilden. Die durch den Hohlraumabschnitt 152 herzustellende Biegung ist so dicht an der vorhergehenden Biegung, daß der vorher gebogene Abschnitt des Rohres innerhalb des zweiten Krümmungsabschnitts 154 aufgenommen oder gehalten werden muß, der sich von dem Biegewerkzeug nach außen erstreckt, bzw. nach oben, wie in Fig. 9 veranschaulicht. Um eine erste Biegung herstellen zu können, so daß ein gebogener Abschnitt 168 des Rohres sich nach unten erstreckt, wenn das Rohr in dem ersten Krümmungsabschnitt 162 des dritten Biegewerkzeugabschnitts 160 gebogen wird, erstreckt sich in ähnlicher Weise der Krümmungs- bzw.

Hohlraumabschnitt 164 des Werkzeugs nach unten und gegenüber dem Biegewerkzeug nach außen, um es dem zuvor gebogenen Abschnitt des Rohres zu gestatten, richtig gegen das Biegewerkzeug geklemmt zu werden. Der mittlere Biegewerkzeugabschnitt oder -hohlraum wird verwendet, wenn die durch den Hohlraumabschnitt 158 herzustellende Biegung einen Abstand gegenüber einer früheren Biegung mittels eines geraden Rohrabschnitts hat, der lang genug ist, ein Klemmwerkzeug aufzunehmen. Vorzugsweise sind die Hohlräume des Biegewerkzeugs in einem festen einstückigen Einsatz 170 ausgebildet, der an dem Biegewerkzeug starr aber lösbar befestigt ist.

Das Klemmwerkzeug 172, das mit dem Biegewerkzeug 148 mit dreifacher Biegeform zusammenwirkt, ist in ähnlicher Weise mit einem Einsatz 174 hergestellt, der starr, aber lösbar an dem Klemmwerkzeug 172 angeordnet ist. Der Einsatz 174 ist mit Hohlräumen 176 und 178 mit zusammengesetzter Krümmung ausgebildet, die zu den Hohlraumabschnitten 152, 154 mit zusammengesetzter Krümmung und zu den Hohlraumabschnitten 162, 164 mit zusammengesetzter Krümmung passen. Zwischen den Abschnitten bzw. Hohlräumen 176 und 178 des Klemmwerkzeugs ist ein dritter Klemmwerkzeugabschnitt mit einer einzigen Krümmung angeordnet, der einen geraden Hohlraum 180 aufweist, der zu dem Hohlraumabschnitt 158 — mit einer einzigen Krümmung — des mittleren Abschnitts des Biegewerkzeugs paßt.

Die verschiedenen Arbeitsschritte der Maschine können unter Steuerung von Hand durchgeführt werden, wenn dies für notwendig oder wünschenswert erachtet wird. Für einen optimalen Betrieb werden jedoch alle Bewegungen und Arbeitsvorgänge der Maschine unter einer Programmsteuerung in der automatisch gesteuerten Maschine ausgeführt. Die Maschine ist für ihren Betrieb genauso programmiert, wie es in der Vergangenheit für die Herstellung von Biegungen mit einem einzigen Biegewerkzeug der Fall war, mit der Ausnahme, daß Programmschritte hinzugefügt wurden, die benötigt werden, um den Biegekopf und das Druckwerkzeug in waagerechter und lotrechter Richtung zu verschieben, wie es zuvor beschrieben wurde. Mit Hilfe einer solchen automatischen Programmierung kann eine Reihe von Biegungen mit unterschiedlichen einzigen oder zusammengesetzten Krümmungen ohne weiteres durch automatischen Betrieb an einem einzigen Rohrstück hergestellt werden, ohne daß der Maschinenbetrieb für einen Werkzeugwechsel angehalten werden mußte.

#### Patentanspruch

##### Rohrbiegemaschine,

- a) mit einem länglichen Maschinenbett,
- b) auf dem dessen Längsrichtung ein Schlitten bewegbar ist,
- c) der ein drehbares Spannfutter für ein in Bewegungsrichtung des Schlittens ausgerichtetes, zu biegendes Rohr trägt, und
- d) mit einem am vorderen Ende des Maschinenbetts angeordneten Biegekopf, der aus einer stationären Armanordnung mit einem das zu biegende Rohr abstützenden, gegenüber diesem verstellbaren Druckwerkzeug und aus einer um eine vertikale Biegeachse schwenkbaren Biegearmanordnung besteht, die koaxial zur Biegeachse sowie übereinander angeordnet

nete scheibenartige Biegewerkzeuge unterschiedlichen Durchmessers und den Biegewerkzeugen zugeordnete, das zu biegende Rohr an deren jeweiligem Umfang festlegende, gegenüber diesem verstellbar Klemmwerkzeuge aufweist, 5

e) wobei der Biegekopf quer zur Bewegungsrichtung des Schlittens sowie quer zur Biegeachse gegenüber dem Maschinenbett bewegbar ist 10

f) und die Biegewerkzeuge mit den zugeordneten Klemmwerkzeugen parallel zur Biegeachse bewegbar sind,

dadurch gekennzeichnet, daß

g) die Bewegbarkeit der Biegewerkzeuge (40, 15 42) mit den zugeordneten Klemmwerkzeugen (24) parallel zur Biegeachse darin besteht, daß der Biegekopf (18) zusätzlich in dieser Richtung bewegbar ist.

---

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

---

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

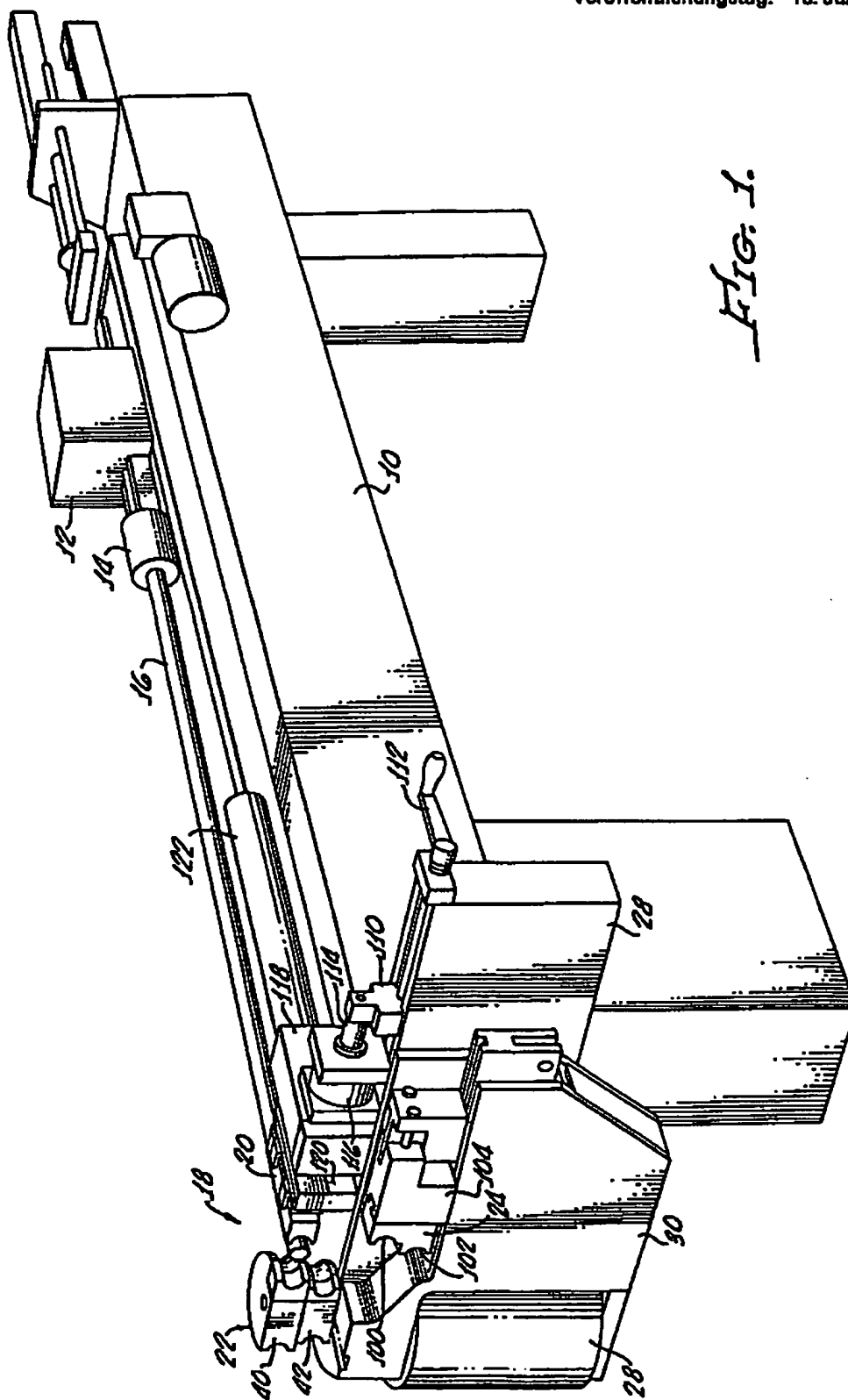


FIG. 1.

Fig. 2

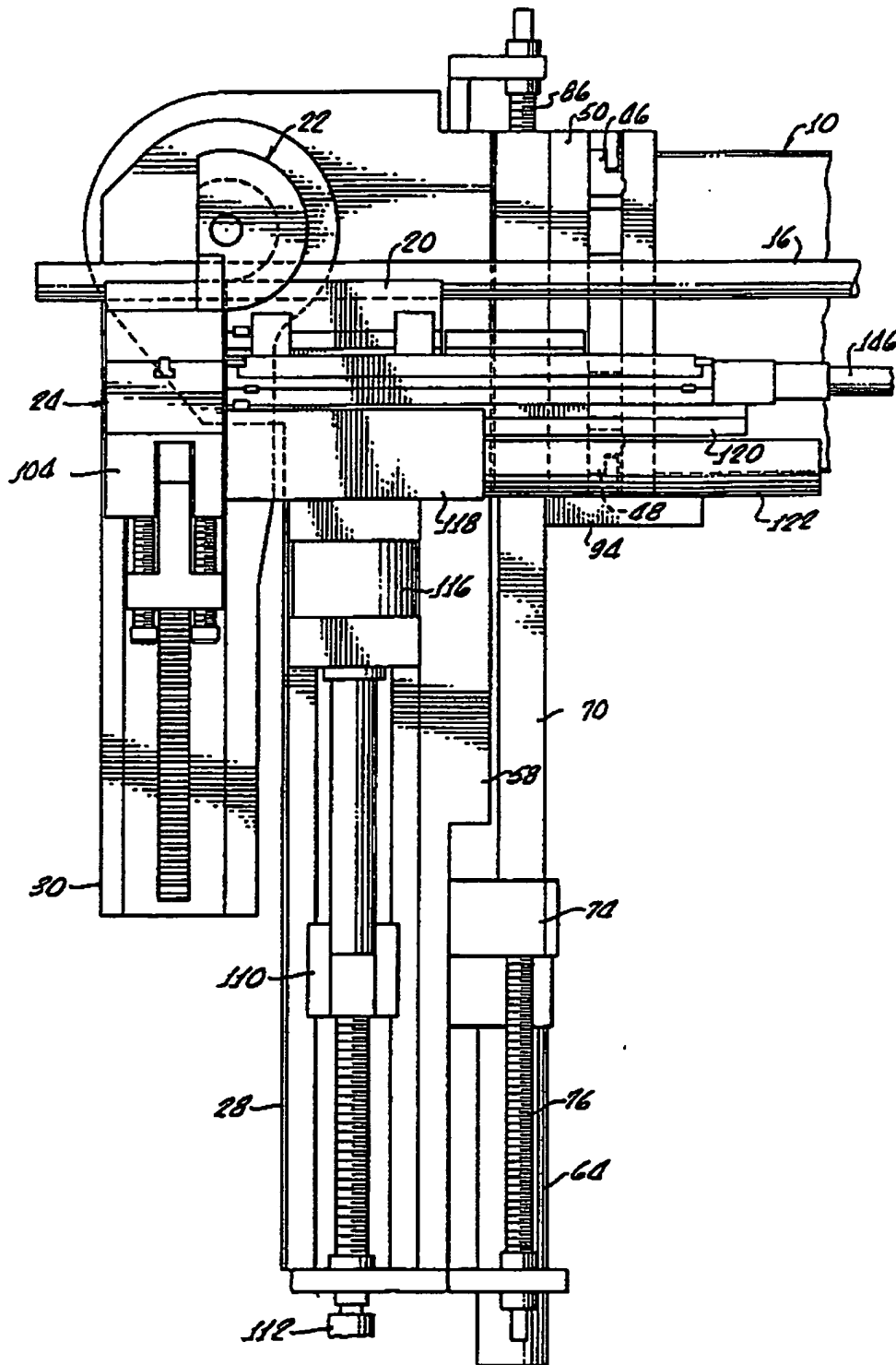




FIG. 3.

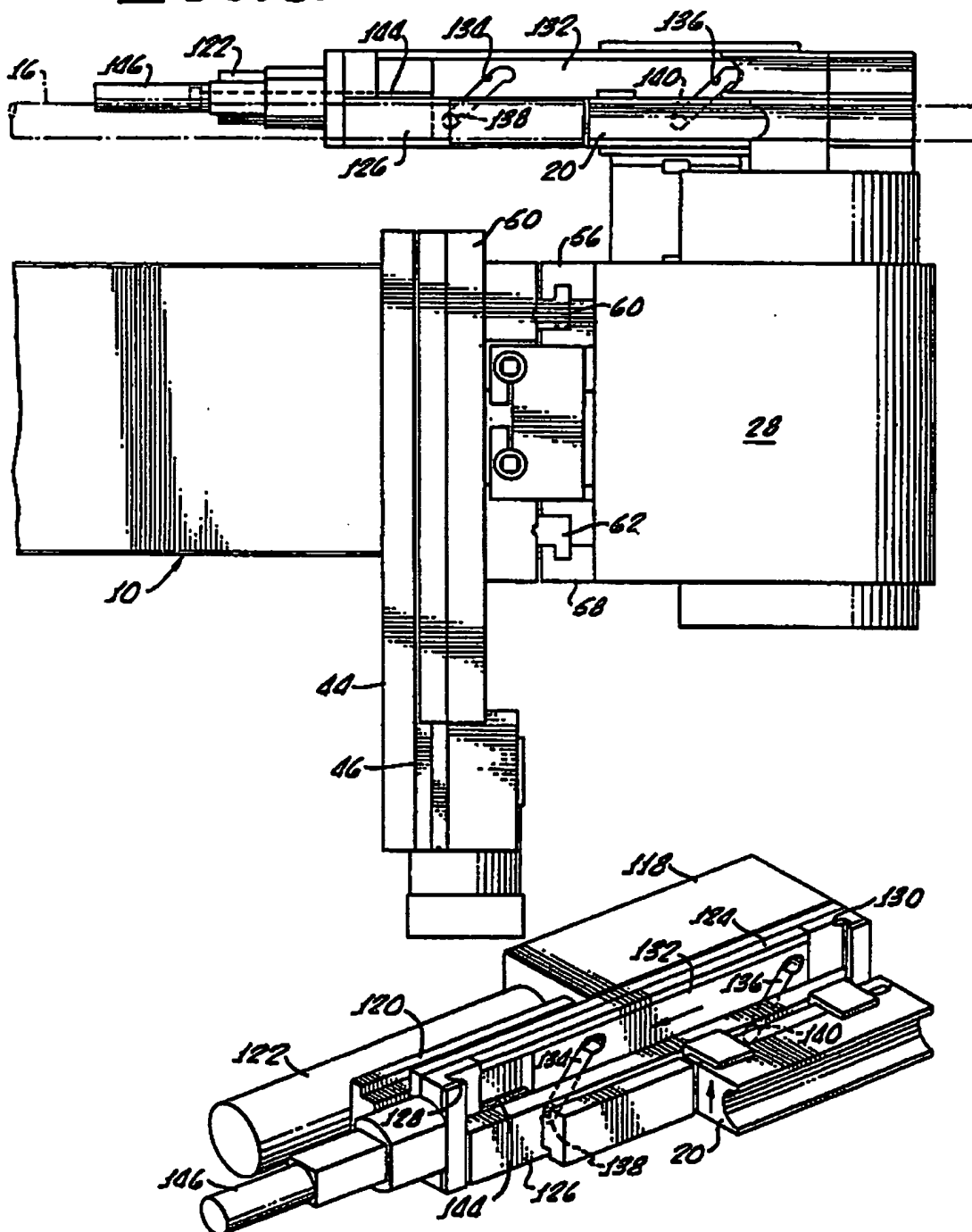


FIG. 7.

FIG. 4.

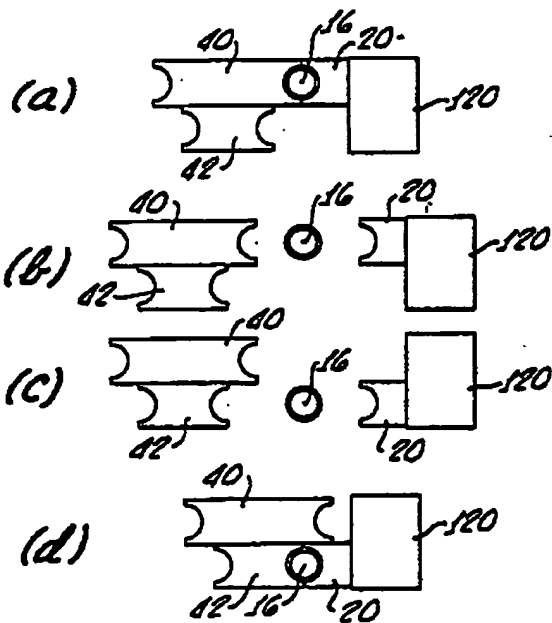
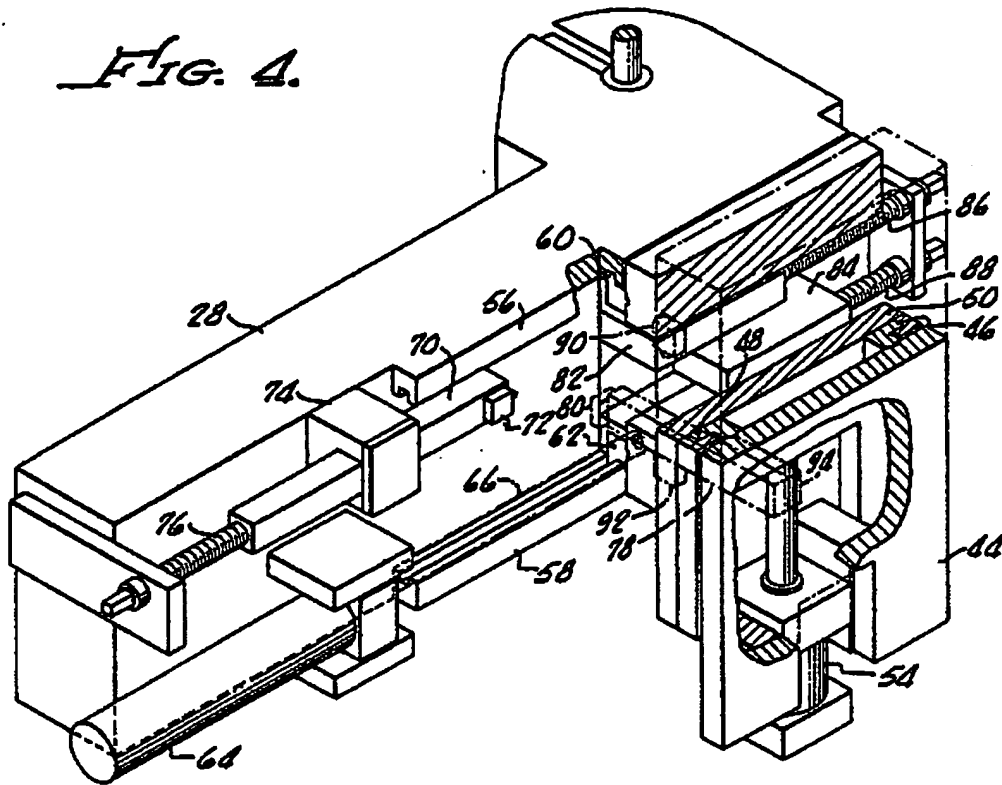


FIG. 8.

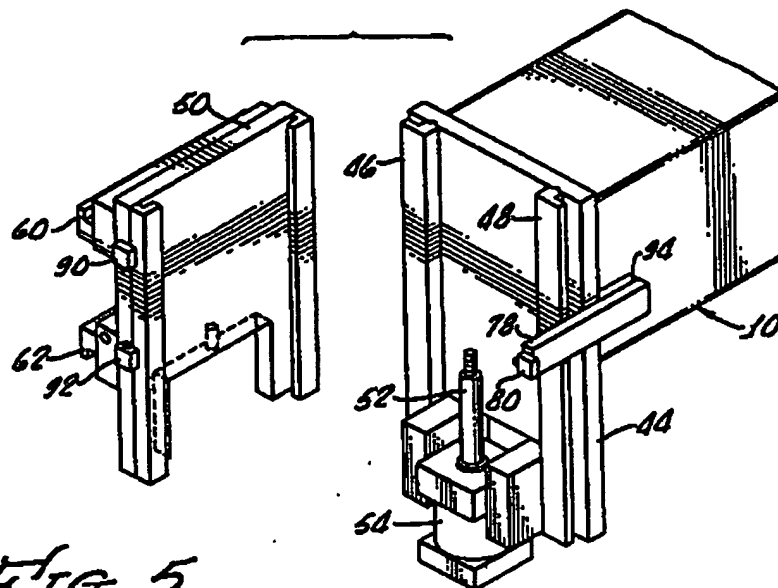


FIG. 5.

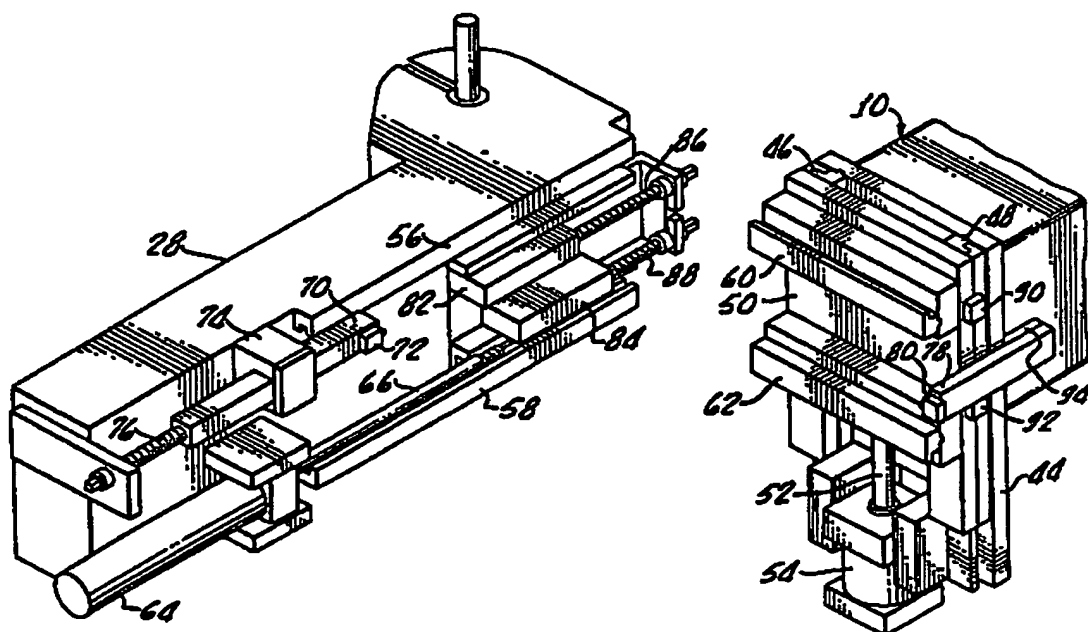


FIG. 6.

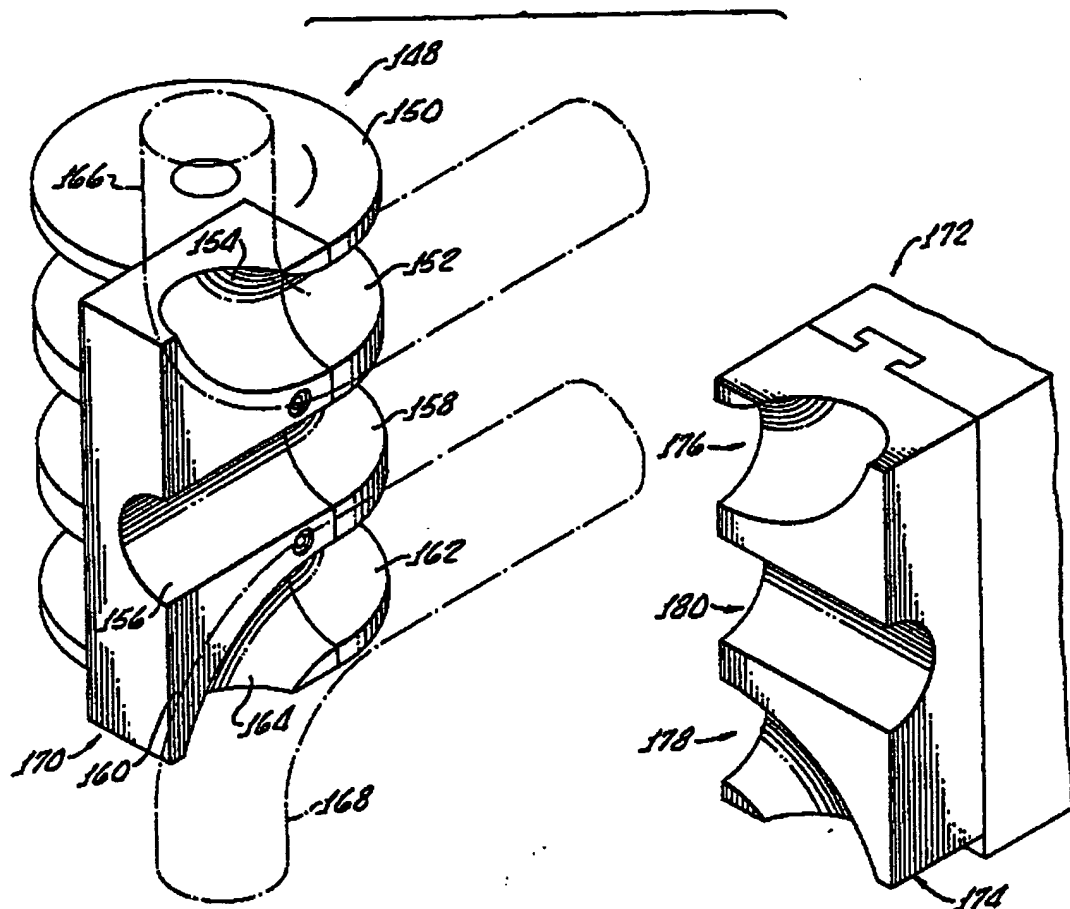


Fig. 9.